

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТНОГО НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ДЛЯ ТОНКИХ ОБОЛОНОК З ТРІЩИНАМИ

Оптичні методи ефективно застосовують для рішення задач механіки [1,2]. При розрахунку елементів машин, які знаходяться у моментному напруженому стані та є оболонковими конструкціями, виникає практична необхідність визначення КІН (моментів) для дефектів типу тріщин [3]. Запропоновано метод визначення КІН (моментів) біля тріщин тонких пластинах та оболонках, за даними методу дифузного поверхневого розсіювання (МДПР) [4] та фотопружності.

Нехай момент ний стан симетричний відносно осі тріщини.

Присутній лише згинний момент ΔM_y додаткового напруженого стану. Тоді, використовуючи експериментальну реалізацію МПДР, коли зондує випромінювання неполяризоване, направляючи світловий потік у зону біля вершини тріщини (де справедлива пружна асимптотика Ірвіна-Вестергарда, одержимо:

$$\Delta M_y = D(1 + \mu) \psi \left(\frac{\Delta I_y}{I_{oy}} \right), \quad (1)$$

(зондує випромінювання поляризоване, поляризація у площині ZOY),
де

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}.$$

Для згинного моменту ΔM_y можемо записати наступний вираз [3]:

$$(3 + \mu)\Delta M_y = \frac{K_3}{4\sqrt{2r}} \left[4(1 + \mu)\cos\frac{\theta}{2} + (1 - \mu)\cos\frac{3\theta}{2} + (7 + \mu)\cos\frac{7\theta}{2} \right]. \quad (2)$$

У нашому випадку $\theta = 90^\circ$, і рівність (2) прийме вигляд:

$$(3 + \mu)\Delta M_y = \frac{K_3}{4\sqrt{2r}} \left[4(1 + \mu)\cos\frac{\sqrt{2}}{2} - (1 - \mu)\cos\frac{\sqrt{2}}{2} + (7 + \mu)\cos\frac{\sqrt{2}}{2} \right] = \frac{K_3(5+3\mu)}{4\sqrt{r}}. \quad (3)$$

Підставляємо у (3) вираз для ΔM_y , записаний у вигляді (1).

Одержимо:

$$(3 + \mu) \frac{Eh^3(1+\mu)}{12(1-\mu^2)} \psi \left(\frac{\Delta I_y}{I_{oy}} \right) = \frac{K_3(5+3\mu)}{4\sqrt{r}},$$

$$\frac{(3+\mu)Eh^3}{(1-\mu)} \psi \left(\frac{\Delta I_y}{I_{oy}} \right) = \frac{K_3(5+3\mu)}{\sqrt{r}}. \quad (4)$$

Звідки одержуємо вираз для визначення КІН (моментів) K_3 для випадку, коли моментний стан симетричний відносно берегів тріщин:

$$K_3 = \frac{(3+\mu)\sqrt{r}Eh^3\psi\left(\frac{\Delta I_y}{I_{oy}}\right)}{(1-\mu)(5+3\mu)}. \quad (5)$$

КІН (моментів) K_3 визначається за даними фотопружних вимірів на зрізі, який містить вершину тріщини:

$$K_3 = \frac{2(3+\mu)\sqrt{r}h^2(\delta_B - \delta_H)}{3(5+3\mu)Cd}. \quad (6)$$

де δ_B, δ_H – оптична різниця ходу, виміряна по верхній та нижній грані зрізу, відповідно;

C – оптико-механічна стала;

d – товщина зрізу.

Порівнюючи вираз для визначення КІН (моментів) K_3 , за даними МПДР (5) та фотопружних вимірювань (6), одержимо:

$$\frac{(3+\mu)\sqrt{r}Eh^3\psi\left(\frac{\Delta I_y}{I_{0y}}\right)}{(1-\mu)(5+3\mu)} = \frac{2(3+\mu)\sqrt{r}h^2(\delta_B-\delta_H)}{3(5+3\mu)Cd}. \quad (7)$$

З виразу (7) одержуємо рівняння, яке зв'язує ефект поверхневого дифузного розсіювання з даними фотопружних вимірювань (різницями оптичного ходу променів) при наявності моментного напруженого стану:

$$\psi\left(\frac{\Delta I_y}{I_{0y}}\right) = \frac{2(1-\mu)(\delta_B-\delta_H)}{EhCd}. \quad (8)$$

Таким чином, одержано формули визначення КІН (моментів) за даними МПДР та зв'язку фотопружних вимірювань та дифузного поверхневого розсіювання.

Список літератури:

1. Пидгурский Н.И. Оптические тензодатчики на основе эффекта диффузного поверхностного рассеивания / Н.И.Пидгурский, Ю.А.Рудяк, И.Н.Пидгурский и др. // Вестник Ташкентского технического университета. – 2013. – № 1 (49). – С.33-35.
2. Рудяк Ю.А. Метод визначення величин коефіцієнтів інтенсивності напружень за даними вимірювання поглинання інтенсивності світла / Ю.А.Рудяк // Вісник СумДУ, Серія «Технічні науки». – 2012. – № 4. – С. 88-91.
3. Панасюк В.В. Механика квазіхрупкого розрушення матеріалів – К.: Наук. думка, 1991. – 416 с.
4. АС СССР, М. 5. кл G 01 B11/16 Способ определения напряженно-деформированного состояния / Рудяк Ю.А., Пизар В.Г. – № 1668860 от 8.04.1991.